



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



DEBRECENI
EGYETEM



Nemzeti
Tehetség Program

A program részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából a Nemzeti Tehetség Program által meghirdetett NTP-TMV-M-23-B-0040 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.

VERSENYZŐ AZONOSÍTÁSA:

56. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny

2024. február 29.

Fővárosi, megyei forduló – I.A, I.B és I.C kategória

- Munkaidő:** 150 perc ✓ A periódusos rendszer az utolsó oldalon található. A periódusos rendszert nyugodtan letépheted a feladatlap végéről, ha úgy könnyebben tudod használni. Ezt az utolsó oldalt nem kell beadnod.
- Összesen:** 150 pont ✓ Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.
✓ Az elméleti és a számítási feladatokat is a feladatlapon oldd meg!

PONTÖSSZESÍTŐ Az iskola, illetve a javító tanár tölti ki!		maximális	elért pont
		E1.	10
E2.	10		
E3.	12		
E4.	29		
E5.	11		
E6.	18		
javító tanár:	Sz1.	6	
	Sz2.	14	
	Sz3.	14	
	Sz4.	12	
	Sz5.	8	
	Sz6.	6	

Feladatkészítők: Bárány Zsolt Béla, Forgács József, Lente Gábor, Musza Katalin, Sipos Pál, Tóth Albertné,
Tóth Imre, Várnagy Katalin

Szerkesztő: Ósz Katalin (oszk@gamma.ttk.pte.hu)

Lektorok: Musza Katalin, Tóth Imre, Várnagy Katalin

Feladatsor

Elmélet

Az elméleti feladatokat (E1-E6) a feladatlapon oldd meg!

E1. feladat

10 pont

Tedd ki a megfelelő relációjelet (<; > vagy =) az állítások közé!

a magnézium első ionizációs energiája		a kalcium első ionizációs energiája
a nátriumatom sugara		a káliumatom sugara
a brómatom sugara		a bromidion sugara
a nátriumion sugara		a nátriumatom sugara
a klór elektronegativitása		a jód elektronegativitása
a kálium elektronegativitása		a kén elektronegativitása
a kötési energia a C–C-kötésben		a kötési energia a C=C-kötésben
a kloridion sugara		a bromidion sugara
15 g szénben az atomok száma		0,25 mol metánban az atomok száma
2,45 dm ³ standardállapotú oxigén tömege		0,5 mol kén tömege

E2. feladat**10 pont**

Igaz vagy hamis? Írj **I** betűt az igaz, **H** betűt a hamis állítások mellé!

Az oldhatóság a hőmérséklet emelésével minden esetben nő.	
Az ionrácsos anyagok apoláris oldószerekben általában jól oldódnak.	
A vegyületek között vannak atom-, ion- és molekulárcsos szerkezetűek is.	
Minden égés során két anyag egyesül egymással.	
Folyadék-halmazállapotban a részecskék kizárólag helyhez kötött rezgő mozgást végeznek.	
A tetraklórmetán-molekulában (szén-tetraklorid-molekulában) a központi atomhoz négy kötő elektronpár kapcsolódik.	
A jód benzinben lila színnel oldódik	
Az elemek között vannak atom-, fém- és ionrácsos szerkezetűek is.	
A nátrium-hidroxid vízben történő oldódása exoterm folyamat.	
A hidrogénkötés a legerősebb elsőrendű kötés.	

E3. feladat**12 pont**

Egészítsd ki a táblázatot! Minden sorban más-más diszperz rendszer szerepeljen!

Diszpergáló közeg halmazállapota:	Diszpergált anyag halmazállapota:	Diszperz rendszer neve:	Egy példa:
		hab	
	folyadék		
			rostos gyümölcslé
folyadék			

E4. feladat**29 pont**

A nemzetközileg (kezdetben csak európai szintű) egységes mértékegységrendszer a Kárpát-medencében 150 évvel ezelőtt (1874) kezdődött a méterrendszer bevezetésével. Azóta nemcsak az alábbi táblázatban található hét alapmennyiség, valamint az ezekből származtatott mennyiségek definiálása jelentett előrelépést, hanem az alapegységek meghatározása is. A mai tankönyvekben viszont gyakran még mindig a következő táblázatban szereplő definíciók találhatók meg az egyes alapmennyiségekhez.

Írd be a hiányzó válaszokat a táblázat üres celláiba!

SI alapmennyiség neve:	Mértékegysége:	Meghatározás, kérdés:	Válasz a kérdésre:
	méter	Egy bizonyos atom meghatározott energiaszintjei különbségéből származó fény hullámhosszának meghatározott többszöröse. Az atom elektronszerkezete: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$. • Melyik atomról van szó?	
	kilogramm	Az „öskilogramm” kétkomponensű ötvözetből készült. Ez a két fém a periódusos rendszer 8-10 (VIII.B.) csoportjának (az ún. platinafémeknek) két legnagyobb moláris tömegű eleme. • Melyik ez a két fém?	
	másodperc	Az az időtartam, amely egy bizonyos alkálifém gerjesztésekor kisugárzott fény frekvenciájának többszöröse. A kérdéses fématom a hatodik periódus legnagyobb méretű atomja. • Melyik ez a fém? • Hány protont tartalmaz?	
(termodinamikai) hőmérséklet		A víz hármaspontja termodinamikai hőmérsékletének 273,159-ed része. A víz hármaspontján mindhárom halmazállapot (szilárd, folyadék, gáz) egyszerre van jelen. • Milyen a vízmolekula alakja mindhárom halmazállapotban? • Melyik halmazállapot sűrűsége a legkisebb?	

(elektromos) áramerősség	amper	<p>Az az áramerősség, amely két egymástól 1 méter távolságban lévő, végtelen párhuzamos vezetőben haladva, azok között $2 \cdot 10^{-7}$ N erőt hoz létre.</p> <ul style="list-style-type: none"> Kationok és anionok között vonzó vagy taszító erők hatnak? 	
fényerősség	kandela	<p>Az abszolút fekete test $1/600\,000$-ed m^2 felületének sugárzása a $101\,325$ Pa nyomású természetes összetételű platina fém dermedési hőmérsékletén. A platina olvadáspontja 2042 K.</p> <ul style="list-style-type: none"> Hány °C a dermedési hőmérséklete? 	
		<p>Ennyi atomot (kémiai elemi egységet) tartalmaz $0,012$ kg 12-es tömegszámú szénizotóp.</p> <ul style="list-style-type: none"> Vagyis hány darabot? 	

Van néhány, a kémiában elterjedt származtatott mértékegység, ahol nem az SI-alapegység használata terjedt el, hanem egy másik formája. Egészítsd ki az alábbi táblázatot!

Mennyiség:	Gyakori egysége:		Váltószám:	SI-mértékegysége:
	$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	=		
	$1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	=		
	$1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	=		
	$1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	=		$\frac{\text{J}}{\text{mol}}$
fajhő	$1 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$	=		

E5. feladat**11 pont**

„Egy szóból is értjük egymást.”

Válaszolj röviden az alábbi kérdésekre! Általában elegendő csak egy-egy szót írni válaszként.

- 1) Milyen halmazállapotban végeznek a részecskék helyhez kötött rezgőmozgást?
- 2) Hogyan lehetséges, hogy egy melegített anyag hőmérséklete nem emelkedik a hőfelvétel ellenére?
- 3) Néhány szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotú anyag könnyen elillan (pl. kámfor, naftalin, jód). Mi ennek a folyadékállapot kimaradásával bekövetkező fizikai változásnak a neve?
- 4) Melyik az a kristályrács-típus, amelyik elemeknél nem fordul elő?
- 5) Melyik az az elem, amelynek egyik módosulata három kristályrács-típus jellemzőivel is rendelkezik (atom-, fém- és molekularács)?
- 6) Mi az előző, azaz az 5) pontban említett módosulat neve?
- 7) Mi annak a (legalább két komponensű) oldattípusnak a neve, amelyben az alkotók a kicsiny méretük ($d < 1 \cdot 10^{-9}$ m) miatt szemmel, illetve egyszerű mikroszkóppal sem láthatók?
- 8) A víz és a rérétegzett benzin jól elkülönülnek egymástól. Mi a neve az elhatároló felületnek?
- 9) Mi a neve az egymással nem elegyedő folyadékok egyneműnek látszó elegyének?
- 10) A Tyndall-jelenség milyen oldatok esetén figyelhető meg?
- 11) Hogyan változik a fajlagos felület, ha a szilárd anyagokat aprítjuk, vagy a folyadékokat porlasztjuk?

E6. feladat**18 pont**

A kémiában a **tömegmegmaradás** törvénye az egyik leggyakrabban alkalmazott összefüggés. Vegyük a kalcium-hidroxid és kénsav reakcióját! Mutasd be ennek példáján a tömegmegmaradást! *(Habár ebben a feladatban még főleg elméletet kérdezőnk, azért némelyik kérdés megválaszolásához számítást is kell végezned!)*

A lejátszódó reakció egyenlete:

A reagensek tömege 1 mol
kalcium-hidroxidból kiindulva:

A termékek tömege:

A kémia fontosságát bizonyítja az is, hogy a reakciókkal járó energiaváltozások törvényszerűsége ismeretében olyan gyakorlati feladatokat tudunk megoldani, mint a fűtés, hűtés, közlekedés, táplálkozás stb. Az **energiamegmaradás** törvényét többféle megfogalmazásban is ismerjük, azonban a kémiai sajátosságokat legjobban a Hess-tétel tartalmazza.

Albert Einstein nevéhez fűződik annak felismerése (1905), hogy a folyamatok/reakciók energiaváltozásai befolyásolják az átalakulás végén megjelenő anyagok tömegét, azaz a szóban forgó két törvény nem választható szét egymástól. A tapasztalatok helyes értelmezéséhez született meg a **tömeg–energia ekvivalencia (egyenértékűség) modell**. Az exoterm folyamatok „tömeghiánnyal”, míg az endotermek tömegnövekedéssel járnak. Annak ellenére, hogy a tömegváltozások gyakran olyan kisméretűek, hogy a mérlegeink ki sem tudják mutatni – vagyis inkább elvi jelentősége van a törvénynek, – nagy energiaváltozásoknál számottevő a tömegváltozás.

Az oltott-mész + kénsav reakciójakor erős felmelegedés tapasztalható. Szigorúan véve tehát a végtermékek összes tömege eltér a kiindulási anyagok összes tömegétől. Milyen irányban? (Hogyan?)

Az atomok világából egy példa: az arany atomjai teljesen egységes összetételűek: minden atom ugyanannyi protonból, neutronból és elektronból szerveződött egység. Válaszolj ez alapján az alábbi kérdésekre (a válasz minden esetben egy-egy szám):

Mennyi a protonok száma egy aranyatomban?

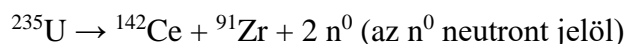
Mennyi a neutronok száma egy aranyatomban?

Mennyi az elektronok száma egy aranyatomban?

Hány izotópja van az aranyaknak?

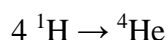
Az arany relatív atomtömegét egész számnak, 197,0000000-nek „várnánk”, ez azonban valójában 196,96655: azaz az atom tömege kisebb, mint elemi részecskéi tömegének összege ($196,96655 < 197,00000$), mivel az atom keletkezése energiaszabadulással jár, és ez az energiacsökkenés 0,03345 gramm tömeghiányt okoz.

Az atommagok megváltozásával járó folyamatok (pl. radioaktivitás, maghasadás, mageszesülés) esetében azonban már mérhető tömegkülönbségek vannak a kiindulási anyagok és a termékek között. Az atomreaktorok működésének egyik lehetséges modell reakciója a következő:



Mekkora a tömegváltozás akkor, ha 1 mol urán-235 hasad el? A nagy pontosságú moláris tömegek a következők: n^0 : 1,008665 g/mol, ^{91}Zr : 90,905644 g/mol, ^{142}Ce : 141,909241 g/mol, ^{235}U : 235,043924 g/mol.

A Napban zajló mageszesülési folyamatok egy lehetséges modellreakciója a következő:



Mekkora a tömegváltozás 1 mol hélium-4 keletkezésékor? A nagy pontosságú moláris tömegek a következők: ^1H : 1,007825 g/mol, ^4He : 4,002603 g/mol.

Az előzőekben bemutatott három reakció (aranyatom képződése, ^{235}U bomlása, ^4He képződése) közül melyiknél szabadul fel a legtöbb energia? Hogyan tudad ezt eldönteni?

Számítás

A számítási feladatokat (Sz1- Sz6) a feladatlapon oldd meg!

Sz1. feladat

6 pont

A kén-dioxid szobahőmérsékleten gáz ugyan, de légköri nyomáson már $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on cseppfolyósodik, a sűrűsége $1,46\text{ g/cm}^3$. Ezen a hőmérsékleten a szilárd ammónium-rodanid (NH_4SCN) jól oldódik benne, $80,0\text{ g}$ kén-dioxid $24,1\text{ g}$ -ot képes oldani. Az így készített oldat tömény, így forráspontja magasabb, mint a tiszta oldószeré. Akár $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra is fel lehet melegíteni anélkül, hogy felforrna, és közben még $12,6\text{ g}$ ammónium-rodanidot is lehet oldani benne. Hány tömegszázalékos a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on telített oldat?

Sz2. feladat**14 pont**

Egy szilárd szerves sav oxigén mellett még 35,82 tömegszázalék szenet és 4,48 tömegszázalék hidrogént tartalmaz, moláris tömege pedig 200 g/mol-nál kisebb. A vegyület 2,33 g-ját 48,0 g vízben feloldjuk. Ezt az oldatot 34,85 cm³ 0,9978 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldat közömbösíti.

- a) Mi a szerves sav molekulaképlete?
- b) Hány értékű a szerves sav?

A közömbösítéskor kapott oldatot óvatosan addig pároljuk be, amíg folyadékfázis már nem marad vissza, csak a kristályvizes só. Ennek a tömege 3,41 g.

- c) Mi a kristályvizes só tapasztalati képlete?

Sz3. feladat**14 pont**

A vízben az egyik legnagyobb mértékben oldódó szervesetlen só az ammónium-acetát, $\text{CH}_3\text{COONH}_4$. Ennek 25 °C-on telített vizes oldata 73,0 tömegszázalékos. Egy ilyen telített oldat sűrűsége $2,233 \text{ g/cm}^3$.

- a) Számítsd ki az oldat anyagmennyiség-koncentrációját (mol oldott anyag / 1 dm^3 *oldat*) és Raoult-koncentrációját (mol oldott anyag / 1 kg *oldószer*).
- b) Számítsd ki, hogy az oldott anyag egy molekulájára hány molekula víz jut ebben az oldatban!

Sz4. feladat**12 pont**

Egy jól ismert fém kristályvíz-mentes szulfátja 24,08 tömegszázalék ként tartalmaz.

A fém-szulfát kristályvizes formáját tartósan hevítve elveszti kristályvizét, ami 28,83 százalék tömegcsökkenést eredményez.

- a) Melyik fém szulfátjáról van szó?
- b) Add meg a kristályvizes só pontos képletét!

Sz5. feladat**8 pont**

Az egészséges emberi testben a vér glükóz ($C_6H_{12}O_6$) koncentrációja, vagyis a vércukorszint ébredéskor (tehát egy éjszakás koplalás után) 3,9 és 5,6 mmol/dm³ közötti érték (különböző források ettől kismértékben eltérő határértékeket is megadhatnak). Figyelembe véve, hogy egy felnőtt ember szervezetében 5 dm³ vér található, számítsd ki, mekkorára nő annak az egészséges felnőttnek a vérében a glükózkoncentráció, akinek ébredés után 5,2 mmol/dm³ a vércukorszintje, és reggelire elfogyaszt 250 g szőlőt. A szőlő 7,2 tömegszázalék glükózt tartalmaz. A számításnál azt feltételezzük, hogy a szőlő glükóztartalmának 20%-a jut be a vérkeringésbe.

Sz6. feladat**6 pont**

Valamely vegyület kétféle anyagmennyiségű kristályvízzel kristályosodik. Az egyikben 26,86 tömegszázalék a kristályvíz-tartalom, a másikban 42,35 tömegszázalék. Határozd meg a kristályvíz anyagmennyiség-arányát a két vegyületre vonatkozóan!

Ezt a periódusos rendszert tartalmazó utolsó lapot nyugodtan tépd le a feladatsorról,
 hogy könnyebben tudd használni. Ezt a lapot nem kell beadnod a verseny végén.

18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H 1,0																	He 4,0
3	4																10
Li 6,9	Be 9,0																Ne 20,2
11	12																18
Na 23,0	Mg 24,3																Ar 39,9
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K 39,1	Ca 40,1	Sc 45,0	Ti 47,9	V 50,9	Cr 52,0	Mn 54,9	Fe 55,8	Co 58,9	Ni 58,7	Cu 63,5	Zn 65,4	Ga 69,7	Ge 72,6	As 74,9	Se 79,0	Br 79,9	Kr 83,8
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb 85,5	Sr 87,6	Y 88,9	Zr 91,2	Nb 92,9	Mo 96,0	Tc -	Ru 101,1	Rh 102,9	Pd 106,4	Ag 107,9	Cd 112,4	In 114,8	Sn 118,7	Sb 121,8	Te 127,6	I 126,9	Xe 131,3
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs 132,9	Ba 137,3	La 138,9	Hf 178,5	Ta 180,9	W 183,8	Re 186,2	Os 190,2	Ir 192,2	Pt 195,1	Au 197,0	Hg 200,6	Tl 204,4	Pb 207,2	Bi 209,0	Po 209,0	At 210,0	Rn 222,0
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr -	Ra -	Ac -	Rf -	Db -	Sg -	Bh -	Hs -	Mt -	Ds -	Rg -	Cn -	Nh -	Fl -	Mc -	Lv -	Ts -	Og -
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
Ce 140,1	Pr 140,9	Nd 144,2	Pm -	Sm 150,4	Eu 152,0	Gd 157,2	Tb 158,9	Dy 162,5	Ho 164,9	Er 167,3	Tm 168,9	Yb 173,0	Lu 175,0				
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
Th 232,0	Pa 231,0	U 238,0	Np -	Pu -	Am -	Cm -	Bk -	Cf -	Es -	Fm -	Md -	No -	Lr -				